

УДК 662.351:66.099.2

Лукашев В.К., Шаров Б.И., Старикова Т.Н., Онда В.И.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА УТИЛИЗАЦИИ  
УСТАРЕВШИХ ПОРОХОВ ЛАКОВЫМ СПОСОБОМ**

В Украине имеется большое количество боеприпасов с истекшими гарантийными сроками хранения, морально и физически устаревших. Эти боеприпасы угрожают техногенной катастрофой и должны быть ликвидированы. Однако обычное уничтожение путем взрыва или сжигания негативно влияет на окружающую среду и экономически нецелесообразно. Решением данной проблемы является утилизация боеприпасов. Настоящая работа посвящена утилизации одной из составных частей боеприпаса – порохового заряда.

Пороха из устаревших боеприпасов по комплексу свойств являются высококачественным сырьем для пороходелия. Кроме того, они могут использоваться в качестве сырья в других сферах народного хозяйства.

К настоящему времени сложились четыре направления утилизации порохов из устаревших боеприпасов: изготовление промышленных взрывчатых веществ; переработка в лакокрасочные материалы; переработка в современные пороха. Последнее направление представляет наибольший интерес [1].

Одной из технологий изготовления новых порохов из устаревших является технология, связанная с их измельчением, пластификацией и дальнейшей переработкой по существующему прессовому способу. Однако такая технология трудоемка и опасна, характеризуется большим количеством операций.

В производстве порохов для стрелкового оружия альтернативой ей является лаковая технология.

В настоящее время производители лаковых порохов испытывают существенные трудности с сырьевым обеспечением производств, в то же время переработка порохов с истекшими сроками хранения позволяет создавать конкурентоспособные лаковые пороха отечественного производства.

Лаковая технология заключается в растворении утилизируемых порохов с соответствующей корректировкой полученного лака, диспергировании лака в водной среде, отверждении дисперсной фазы образовавшейся эмульсии, отделении от дисперсной среды и сушке полученных пороховых гранул.

Лаковая технология имеет существенные преимущества [2], а именно:

- простота аппаратного оформления;
- менее продолжительный технологический цикл изготовления и, соответственно, меньшая себестоимость и трудоемкость производства;
- относительно меньшая опасность производства за счет проведения основных технологических операций в водной среде;
- более высокая насыпная плотность лаковых порохов, что обеспечивает большую массу заряда;
- хорошая сыпучесть лаковых порохов способствует обеспечению высокой точности объемного дозирования при снаряжении патронов.

Диспергирование лака при использовании лаковой технологии может осуществляться двумя способами: с помощью перемешивающего устройства (мешалки) и экструзии лака через матричную решетку с резкой получаемого профиля.

На основе второго метода была создана установка, позволяющая изготавливать пороха для гладкоствольного охотничьего и короткоствольного оружия [3]. В настоящее время стоит задача получения пороха для длинноствольного нарезного оружия. Такие пороха должны иметь заданный размер и высокую плотность.

При проведении экспериментальных исследований процесса получения пороха указанных характеристик лак готовили в обогреваемом смесителе из утилизируемого пороха, представляющего собой предварительно подробленный трубчатый пироксилиновый порох марки 15/1тр ВА. В качестве растворителя использовали этилацетат. Одновременно с приготовлением лака в отдельном смесителе готовили дисперсионную среду. Для этого в смеситель заливали воду и в ней в заданном количестве растворяли эмульгаторы и неорганическую соль.

Приготовленные лак и дисперсионную среду подавали в грануляционный блок, где лак продавливался (экструдировался) через матрицу в дисперсионную среду. При продавливании лака через отверстия матрицы одновременно происходило его срезание с помощью режущего устройства. Образующиеся частицы вместе с дисперсионной средой выводились из блока грануляции и собирались в реакторе-испарителе. В реакторе-испарителе в результате нагрева полученной эмульсии происходила отгонка этилацетата, сопровождающаяся переходом его из частиц лака в дисперсионную среду. Частицы лака отверждались и приобретали определенную форму.

После отгонки растворителя гранулы с помощью центрифуги отделяли от дисперсионной среды, промывали и сушили. Затем порошок проходил обработку в графитовальном барабане, досушивался до кондиционной влажности в сушилке с кипящим слоем, а далее направлялся на классификацию для отделения товарной фракции.

В ходе экспериментальных исследований определили влияние параметров технологического процесса на форму, размер и плотность гранул.

На рис. 1 приведены графики зависимости размера гранул, а также их плотности от концентрации лака.

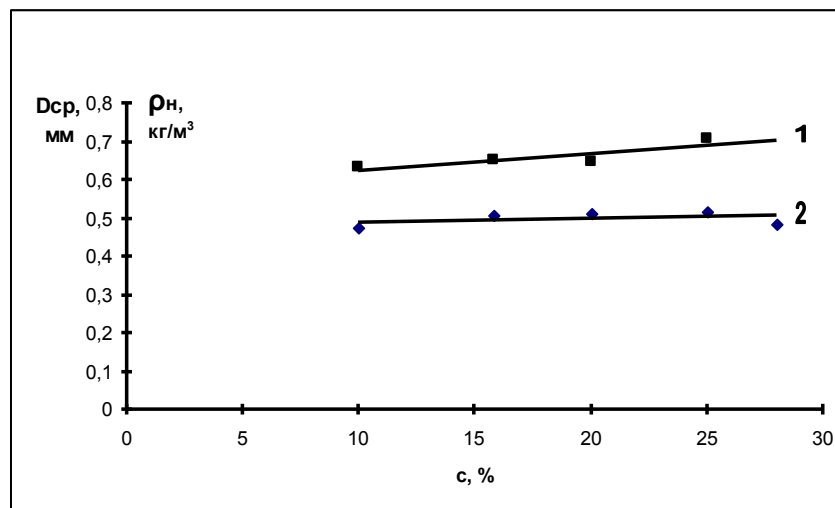


Рисунок 1 – Влияние концентрации лака на насыпную плотность (1) и средний размер гранул (2)

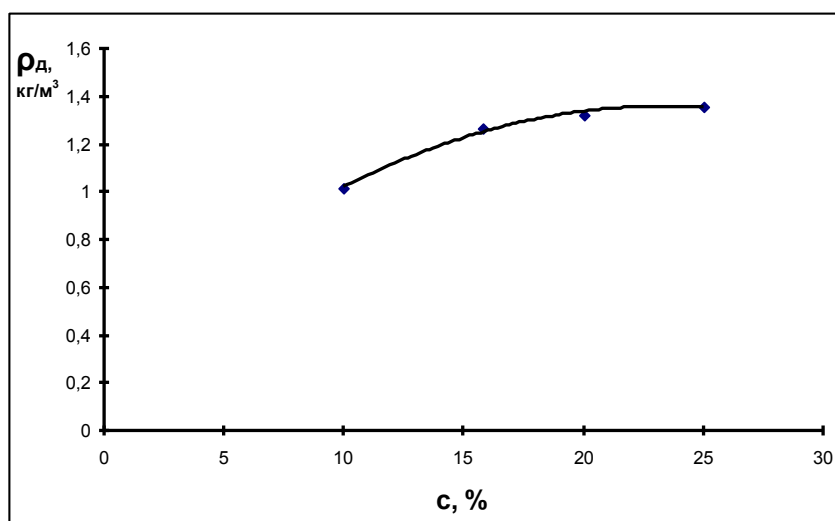


Рисунок 2 – Влияние концентрации лака на действительную плотность пороха

Анализ представленных зависимостей показывает, что размер гранул практически не зависят от концентрации лака (рис. 1, кривая 1). Увеличение концентрации лака от 10 до 25 % приводит к увеличению плотности (с 0,632 до 0,705 г/см³) (рис. 1, кривая 2). При значении концентрации 28 % насыпная плотность гранул резко снижается до 0,519 г/см³, что объясняется их нерегулярной формой (см. ниже рис. 3в).

На рис. 3 показаны микрофотографии готовых гранул, полученных при различных значениях концентрации лака.

При пониженной концентрации лака (с = 10 %) образуются гранулы, близкие к сферической форме, с увеличением концентрации (с = 20 %) форма гранул становится дискообразной. С увеличением концентрации лака до 28 % гранулы имеют нерегулярную форму. Такое изменение формы гранул можно объяснить условиями их формирования. При низкой концентрации лак находится в вязкотекучем состо-

янии и силы поверхностного натяжения при образовании частиц лака преобладают над силами внутреннего трения и инерционными силами потока дисперсионной среды, что является причиной шарообразной формы гранул.

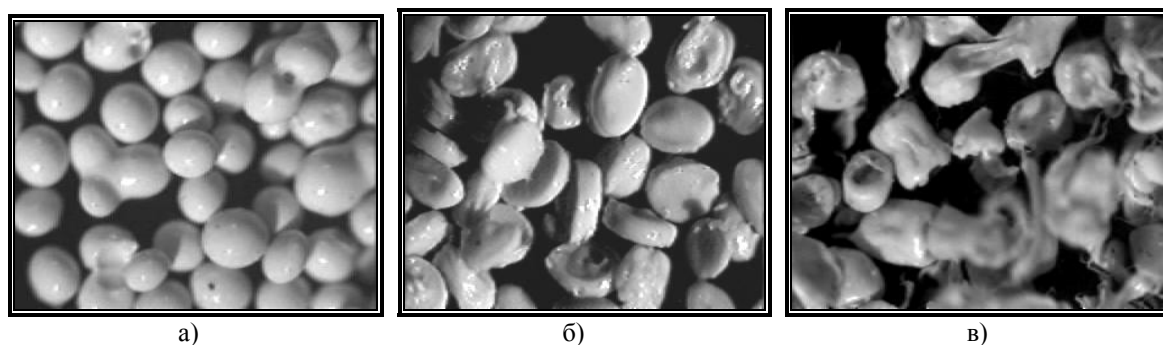


Рисунок 3 – Изменение формы гранул при различных значениях концентрации лака:  
а)  $c = 10 \%$ ; б)  $c = 20 \%$ ; в)  $c = 28 \%$

При повышенной концентрации лак переходит в пластичное состояние, при котором определяющее значение имеют силы внутреннего трения и экструдированный лак сохраняет профиль отверстия. В результате срезания этого профиля образуются дискообразные гранулы. Толщина таких гранул зависит от соотношения скоростей выхода лака из отверстия матрицы и скорости вращения ножа режущего устройства. При определенном их соотношении могут быть получены гранулы цилиндрической формы. Повышение концентрации до  $28 \%$  вязкость лака увеличивается, что затрудняет его экструзию и резку, лак частично намазывается на решетку.

На рис. 4 представлены зависимости среднего размера гранул и насыпной плотности от диаметра отверстий матрицы.

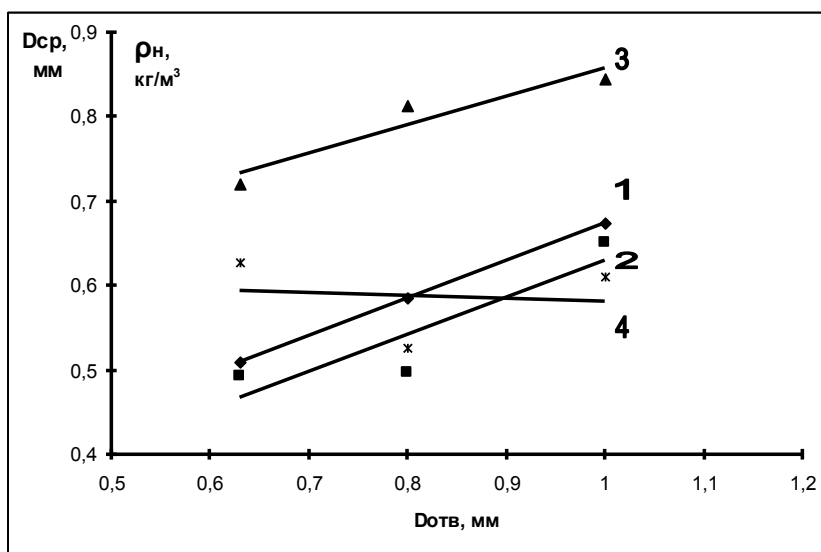


Рисунок 4 – Влияние диаметра матрицы на характеристики готовых гранул:  
1 – средний размер гранул при  $c = 20 \%$ ; 2 – средний размер гранул при  $c = 25 \%$ ;  
3 – насыпная плотность при  $c = 20 \%$ ; 4 – насыпная плотность при  $c = 28 \%$

Из анализа представленных зависимостей видно, что с увеличением диаметра отверстий матрицы средний размер гранул растет, причем его значение несколько больше при концентрации лака  $20 \%$  (рис. 4, кривая 1), чем при  $25 \%$  (рис. 4, кривая 2). Насыпная плотность пороха, получаемого из лака концентрации  $20 \%$ , также повышается с увеличением диаметра отверстий матрицы (рис. 4, кривая 3). Четкой зависимости этой величины при концентрации  $28 \%$  установить не удалось из-за значительного разброса экспериментальных данных, но в целом значение насыпной плотности ниже, чем в предыдущем случае (рис. 4, кривая 4).

Форма гранул при збільшенні діаметра отвору матриці від 0,63 мм до 0,8 мм практично не змінюється, при переході до діаметру отвору 1,0 мм гранули трохи удлинюються (рис. 5).

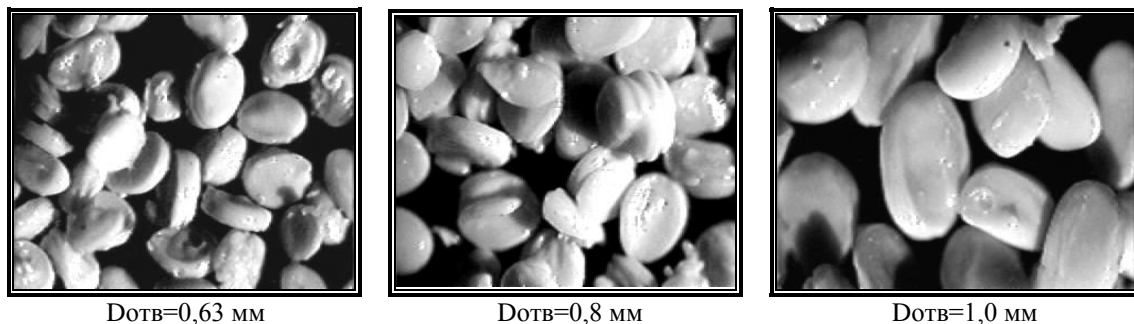


Рисунок 5 – Зміна форми гранул при різних діаметрах отвору матриці

В результаті експериментальних досліджень було встановлено, що форма гранул змінюється в залежності від розміру фракції отриманого порошку. С допомогою ситового аналізу було проведено розділення готових гранул по фракціям, мікрофотографії яких представлені на рис. 6.

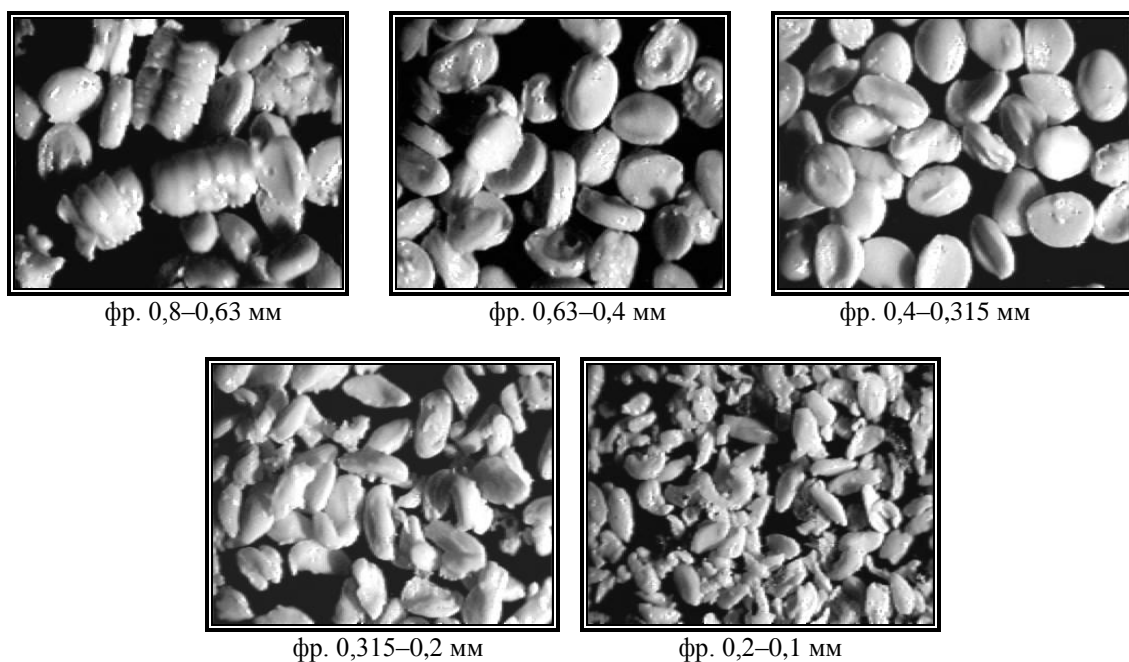


Рисунок 6 – Вплив розміру фракції на форму гранул

Найбільш стійку і правильну форму мають гранули в інтервалі розмірів від 0,63 мм до 0,315 мм. В фракції від 0,8 мм до 0,63 мм в основному переважають нез'єднані дископодібні гранули і їх агрегати. Фракції 0,315–0,2 мм і 0,2–0,1 мм представляють собою обломки гранул, во другій фракції більш дрібні, ніж в першій.

Введення неорганічної солі (сернокислого натрію) сприяє оживленню гранул, а, відповідно, впливає на щільність і розмір гранул (рис. 7). З збільшенням концентрації солі в дисперсійній середі ці характеристики спочатку ростуть, досягаючи максимального значення при наближенні до концентрації солі 1 %, потім починає зменшуватися. Вплив концентрації солі на форму гранул не виявлено.

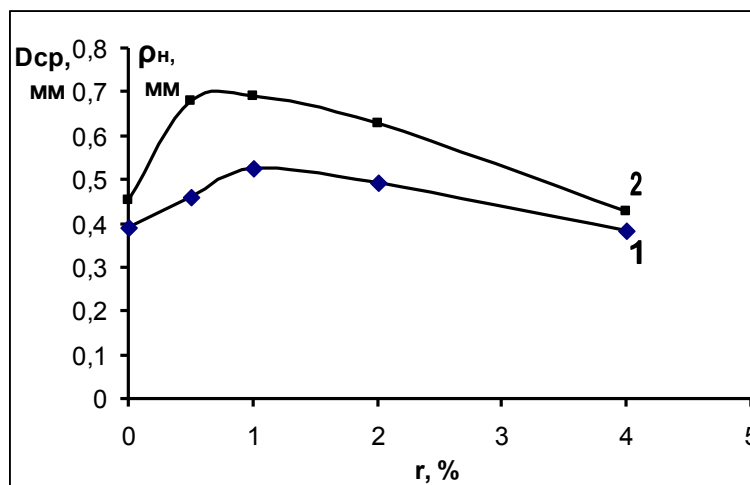


Рисунок 7 – Влияние концентрации соли на средний размер гранул (кривая 1) и насадковую плотность (кривая 2)

Исследования показали, что модуль эмульсии (массовое соотношение дисперсионной среды к лаку) и температура дисперсионной среды практически не влияют на размер гранул и на их насадковую плотность.

Таким образом, установлено, что основное влияние на характеристики пороховых гранул при экструзионном способе гранулирования оказывает концентрация лака, диаметр отверстия матрицы и концентрация соли в дисперсионной среде. Варьируя этими параметрами можно получить гранулы с заданными характеристиками. Наибольшая плотность гранул достигается при концентрации лака равной 20 %, диаметром отверстий матрицы 1,0 мм, концентрации соли в дисперсионной среде равной 1 %.

#### Литература

1. Корсаков А.Г. Исследование и разработка технологических процессов утилизации пироксилиновых порохов с целью получения народнохозяйственной продукции // Комплексная утилизация обычных видов боеприпасов: I Российская науч.-техн. конф., Красноармейск, 7-8 июня 1995. – Сб. докл. – М.: ЦНИИ НТИ КПК, 1995. – С. 120–127.
2. Староверов А.А., Староверов В.А., Хайруллина Г.М., Абдулкаюмова С.М. Утилизация устаревших порохов по эмульсионной технологии // Комплексная утилизация обычных видов боеприпасов: VI Международная науч.-техн. конф., Красноармейск, 21–23 сентября 2005. – Сб. докл. – М.: Издательский дом «Оружие и технологии», 2005. – С. 160–165.
3. Шаров Б.И., Лукашев В.К., Исаев Е.Н., Кауфман Н.В. Организация производства порохов для стрелкового оружия // Артиллерийское и стрелковое вооружение. – Спецвыпуск, 2003. – С. 22–23.

УДК 662.351:66.099.2

Лукашов В.К., Шаров Б.И., Старикова Т.М., Онда В.И.

#### ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ УТИЛІЗАЦІЇ ЗАСТАРІЛИХ ПОРОХІВ ЛАКОВИМ СПОСОБОМ

Представлені результати дослідження процесу отримання пороху до стрілецької зброї. В якості сировини використовувались застарілі пороха різного призначення з утилізованих боеприпасів. Процес заснований на лаковому способі при розчиненні утилізованих порохів і диспергуванні отриманого лаку в водному середовищі шляхом екструзії через матричну решітку. Дослідженнями встановлений вплив концентрації лаку, діаметра отвору матриці і концентрації солі в дисперсійному середовищі на форму, розмір та щільність гранул.